

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Výběr vhodného vozidla pro zimní údržbu

Selection of a Suitable Road Vehicles for Winter Maintenance

Student:

Bc. Ludvík Kapusta

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Ludvík Kapusta**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **2301T003 Dopravní technika a technologie**
Specializace: **20 Silniční doprava**
Téma: **Výběr vhodného silničního vozidla pro zimní údržbu**
Selection of a Suitable Road Vehicles for Winter Maintenance

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Charakteristika řešeného problému
3. Zadávací podmínky pro nákup silničního vozidla
4. Aplikace vícekritériálního rozhodování pro výběr silničního vozidla
5. Vyhodnocení řešeného problému
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Fouz, J., Švecová, L. a kol.: Manažerské rozhodování : postupy, metody a nástroje. Praha: Ekopress. Praha. 2010. 474 s. ISBN: 978-80-86929-59-0.
2. Fišala, P., Jablonský, J., Maňas, M.: Vícekritériální rozhodování. Praha: Vysoká škola ekonomická Praha. 1994. 316 s. ISBN: 80-7079-748-7
3. Interní materiály SSGK p.o.

Formální zřetelnost a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Ivana Olívková, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015



doc. Ing. Aleš Sliva, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:

.....

Ludvík Kapusta Bc.

Rejhotice 39

788 11 Loučná nad Desnou

Diplomová práce

Podmínkou ukončení studia na VŠB je vyhotovení Diplomové práce. S uvážením na potřeby nákupu nového vozidla pro zimní údržbu, se domnívám, že by vhodným tématem mé Diplomové práce mohlo být. Výběr vhodného vozidla pro zimní údržbu“ pro Správu silnic Olomouckého kraje. Jelikož se jedná o interní dokumenty firmy, žádám o souhlas k vypracování Diplomové práce s výše uvedeným tématem zástupce firmy.

Děkuji.

Bc. Kapusta Ludvík

Správa silnic Olomouckého kraje p.o. souhlasí s tématem Diplomové práce pana Ludvíka Kapusty „ Výběr vhodného vozidla pro zimní údržbu“. Pro zpracování práce mu poskytneme potřebnou součinnost. Vzhledem k tomu, že se jedná o interní dokument Správy silnic Olomouckého kraje, může být práce poskytnuta 3. osobě jen se souhlasem Správy silnic Olomouckého kraje

Ve Vikýřovicích dne:

Ing. Petr Koruna Ph.D.

Vedoucí střediska SÚ Šumperk

Anotace diplomové práce

Název práce: Výběr vhodného vozidla pro zimní údržbu
Autor: Bc. Ludvík Kapusta
Katedra: 342 – Institut dopravy
Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.,
Institut dopravy Strojní fakulty VŠB
Technické univerzity v Ostravě 2015 54s

Cílem diplomové práce je navrhnout a ověřit výběr vhodného vozidla pro zimní údržbu u organizace Správa silnic Olomouckého kraje, metodou vícekritériálního rozhodování. Pro tuto diplomovou práci jsem si vybral dodání nákladního automobilu s pohonem obou náprav (4x4), komunální hydraulikou, sypací nástavbou pro posyp chemickými látkami a sněhovou radlicí.

Práce je rozdělena do několika částí.

Obsahová charakteristika řešeného problému.

Vícekritériální rozhodování pro výběr daného vozidla.

Zadávací podmínky pro nákup vozidla.

Na konci práce je zhodnocení dosažených výsledků spolu se závěrem.

Annotation of thesis

Title: Selection of a suitable vehicle for winter road maintenance
Author: Bc. Ludvík Kapusta
Department: 342 - Institute of Transport
Supervisor: doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.,
Institute of Transport
Faculty of Mechanical Engineering
VŠB Technical University of Ostrava

The aim of this thesis is to suggest and verify the selection of suitable vehicle for winter maintenance for the organization Roads maintenance of Olomouc region, using multi-criteria decision. For this thesis I chose a delivery of vehicle with four wheel drive (4x4), communal hydraulics and sprinkle extension for spreading chemicals and snow plows.

The work is divided into several parts:

General characteristics of the problem.

Multi-criteria decision making for the selection of the vehicle.

The specifications for the purchase of vehicles.

At the end, the evaluation of the results and the conclusion.

Poděkování

Především chci poděkovat panu doc. Ing. Ivaně Olivkové, Ph.D., za vedení této diplomové práce, za cenné rady a připomínky a za ochotu spolupráce. Můj dík patří také rodině, která mě podpořila během studia ve všech směrech. Také bych chtěl poděkovat respondentům za ochotu a spolupráci.

Obsah diplomové práce

ZKRATKY A POJMY	10
ÚVOD.....	11
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA DANÉHO PROBLÉMU	12
1.1 Historie firmy	12
1.2 Základní údaje	12
1.3 Vozový park u SSOK.....	13
1.4 Současný stav řešeného problému	14
2 VÍCEKRITERIÁLNÍ ROZHODOVÁNÍ PRO VÝBĚR VOZIDLA	14
2.1 Podstata úloh vícekriteriálního rozhodování	14
2.2 Stanovení koeficientu významnosti	15
2.2.1 Metoda pořadí.....	15
2.2.2 Metoda známkování	17
2.2.3 Metoda párového porovnání.....	19
2.2.4 Normovaný koeficient významnosti	20
2.2.5 Shoda hodnocení	21
2.3 Metody vícekriteriálního rozhodování.....	22
2.3.1 Metoda vážených dílčích pořadí	22
1. Stanovení dílčích pořadí hodnocených variant, kde se hodnotí jednotlivá kritéria,	22
u kterých je nutné rozlišit kritéria typu výnosy (+) a kritéria typu náklady (-)	22
2.3.2 Metoda Bazická	24
3 ZADÁVACÍ PODMÍNKY PRO NÁKUP VOZIDLA	26
3.1 Technické požadavky	26
3.1.1 Nákladní automobil s pohonem 4x4, komunální hydraulikou.....	26
3.1.2 Sypací nástavba pro chemický posyp komunikací (chemik)	28
3.1.3 Sněhová radlice	30
3.2 Další požadavky	31
3.3 Výběr vhodných kritérií.....	31
3.4 Volba variant hodnocení byly	34
4 APLIKACE VÍCEKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ	37
4.1 Aplikace metod pro stanovení koeficientu významnosti	37
4.1.1 Metoda pořadí.....	37
4.1.2 Metoda známkování	39
4.1.3 Metoda párového porovnání.....	41
4.2 Aplikace metod vícekriteriálního rozhodování.....	44
4.2.1 Metoda Vážených dílčích pořadí	44
4.2.2 Metoda Bazická	47

4.3	Vyhodnocení řešeného problému	51
5	ZÁVĚR.....	52
6	SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ	53
7	SEZNAM PŘÍLOH	54

Zkratky a pojmy

ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
SSOK	Správa silnic Olomouckého kraje
PHM	Pohonné hmoty
SRSD	Sněhová radlice silniční a dálniční

Úvod

Pracuji u Správy silnic Olomouckého kraje jako vedoucí dopravy střediska údržby Šumperk a mám na starosti přípravu podkladů pro výběrová řízení a nadlimitní veřejné zakázky, proto jsem si vybral pro vypracování diplomové práce nákup nákladního automobilu se sypací nástavbou pro chemický posyp a sněhovou radlicí pro zimní údržbu komunikací.

Cílem vícekritériálního rozhodování je výběr nejvýhodnější nabídky – nákup nákladního automobilu s pohonem obou náprav (4x4), komunální hydraulikou pro pohon sypací nástavby, se sypací nástavbou pro chemický posyp a sněhovou radlicí. Dané vozidlo má nahradit stávající vozidlo značky ŠKODA 706 MTSP 25 se sypací nástavbou KUPPER WEISER a sněhovou radlicí SRSD 3500. Stávající vozidlo bylo vyrobeno a dodáno v roce 1980, je provozem opotřebované a při jeho opravě se projevuje nedostatek náhradních dílů. Sypací nástavba je vyrobena v roce 1993, je místy prorezivělá a poruchová, má svůj vlastní motor pro pohon hydraulických agregátů. Sněhová radlice SRSD 3500 nemá možnost stranového přetáčení a překonání překážek na komunikaci (kanálová víka), při najetí na překážku hrozí poškození sněhové radlice popřípadě vozidla. Výsledkem nákupu nového vozidla, sypací nástavby a sněhové radlice, je úspora pohonných hmot. Nové vozidlo bude mít menší spotřebu, pohon sypací nástavby se provádí komunální hydraulikou vozidla, odpadá motor na sypací nástavbě pro pohon hydrauliky nástavby. Sněhová radlice je nové generace, pomocí hydraulických válců se dá stranově přetáčet, možnost úklidu sněhu ke krajnici v levém jízdním pruhu na více proudivých silnicích, a zároveň překonání překážek na vozovce do výšky minimálně 80 mm jako jsou kanály, zámky mostů a jiné.

1 Obecná charakteristika daného problému

1.1 Historie firmy

Správa silnic Olomouckého kraje, příspěvková organizace vznikla dne 1. 4. 2002. Její činnost vychází ze zřizovací listiny příspěvkové organizace Olomouckého kraje č. j. H-325/2002 ze dne 1. 3. 2002, ve znění následných dodatků schválených zastupitelstvem Olomouckého kraje.

Příspěvková organizace vznikla splynutím příspěvkových organizací Olomouckého kraje, které byly zrušeny bez likvidace. Jedná se o Správu a údržbu silnic Olomouc, Správu a údržbu silnic Prostějov, Správu a údržbu silnic Přerov, Správu a údržbu silnic Šumperk. Její činnost vychází ze zřizovací listiny příspěvkové organizace Olomouckého kraje č.j. H-325/2002 ze dne 1.3.2002, ve znění platných dodatků schválených Zastupitelstvem Olomouckého kraje. Organizace je držitelem certifikátu kvality dle ČSN EN ISO 9001 a certifikátu managementu životního prostředí dle ČSN EN ISO 14001.

1.2 Základní údaje

Zřizovatel:	Olomoucký kraj, IČO 60609460
Název:	Správa silnic Olomouckého kraje, příspěvková organizace
Identifikační číslo:	70960399
Sídlo organizace:	Olomouc, Lipenská 120, PSČ 772 11
Územní působnost:	Olomoucký kraj

Činnosti organizace

- Výkon vlastnických práv k silnicím, silničním pozemkům a k ostatnímu majetku Olomouckého kraje v souladu se zřizovací listinou,
- správa a údržba silnic II. a III. třídy ve vlastnictví Olomouckého kraje, jejich součástí a příslušenství,
- investiční činnost na spravovaném majetku v rozsahu zřizovací listiny,
- muzeální činnost v oblasti silničního hospodářství, jedná se především o provádění činnosti sbírkové, badatelské, propagační a publikační.

Kromě této činnosti, Správa silnic Olomouckého kraje, provádí na základě výběrového řízení zimní údržbu komunikací I. tříd a částí úseků dálnic a rychlostních komunikací a některé práce na základě komunikačních závad formou objednávky pro Ředitelství silnic a dálnic. [1]

1.3 Vozový park u SSOK

V naší organizaci je vozový park velice různorodý, od osobních vozidel, lehká užitková vozidla, nákladná vozidla s nosností 8-12 tun, tahače návěsů, nakladače, kolové traktory nebo univerzální nosiče nástaveb. Vozidla s nosností 8-12 tun jsou nosiče nástaveb, v zimním období slouží jako sypací nástavby pro posyp komunikací inertním materiálem nebo chemické nástavby pro posyp solí se skrápěním solným roztokem a nosiče sněhových radlic, v letním období se na vozidla přestavují na sklápěcí korby, zametací nebo vysprávkové soupravy.

U některých nástaveb stačí úprava zařízení a slouží pro letní provoz, u jiných je potřeba nástavby demontovat a nastrojít jiná nástavba třeba sekačky travních porostů. Jelikož je činnost SSOK různorodá tak je různorodý i vozový park.

1.4 Současný stav řešeného problému

Při nákupu nových vozidel, nebo celých sestav se vypisuje otevřené výběrové řízení. Po následném doručení nabídek, je třeba zkontrolovat, zda mají potřebné náležitosti a splňují zadávací podmínky a následně se vyhodnotí a vybere vítěz výběrového řízení. Na základě rozhodnutí výběrové komise a schválení Olomouckým krajem se dané vozidlo nakoupí. V současné době rozhoduje o výsledku výběrového řízení cena 90% a záruka 10%. Nejsou řešeny další náklady, jako jsou následné opravy, vzdálenost servisních míst, nebo sjednocení vozidel jedné značky v dané tonáži, v dané chvíli je směrodatná cena.

2 VÍCEKRITERIÁLNÍ ROZHODOVÁNÍ PRO VÝBĚR VOZIDLA

2.1 Podstata úloh vícekriteriálního rozhodování

Rozhodovací úlohy, u kterých se důsledky rozhodnutí posuzují dle více kritérií, se nazývají úlohami vícekriteriálního rozhodování. Vícekriteriální rozhodování je obor, kde se analyzuje rozhodování lidí v různých oblastech činnosti.

Vícekriteriální rozhodování představuje v ekonomické, politické, vojenské tak i sociální politice podstatný rys rozhodování. Řešení pomocí vícekriteriální rozhodovací úlohy se rozumí postup, ve kterém nalezneme optimální stav systému vzhledem k více než jednomu z uvažovaných kritérií. Tento postup nazýváme vícekriteriální optimalizace. Vzájemnou provázanost činností tvořící náplň rozhodovacího procesu můžeme charakterizovat pomocí jednotlivých složek (etapa, fáze, prvek)

Vybrání jedné varianty ze seznamu potenciálních variant rozumíme jako rozhodnutí, kdy se v dané situaci vybere z potenciálně realizovatelných variant jedna na základě většího počtu kritérií. Nejvíce napadnutelným krokem rozhodovacího procesu je ta část, kdy se musí objasnit, co se v dané situaci považuje za optimální. V okamžiku přijetí rozhodnutí může docházet ke střetu zájmů různých skupin osob, kteří upřednostňují jiná kritéria rozhodování. Pracovník připravující výběrová řízení a kritéria pro vyhodnocení, by měl umět rozhodnout, co je střet zájmu a co je pro firmu ekonomicky výhodné a prosadit rozhodnutí, která by jinak nemohla být realizována. Otázkou, co je v daném okamžiku optimální, zase souvisí otázka podle kterých kritérií nutno posuzovat následky plynoucí z rozhodnutí, které se přijalo. Podaří-li se sestavit seznam kritérií pomocí expertů nebo pracovníků zabývajících se danou problematikou, není ještě problém vyřešen. Pokud máme seznam kritérií, které nepřímou

formulují cíl rozhodovací analýzy, musíme mít i seznam variant podle kterých rozhodnutí vybíráme^[2].

Většina rozhodnutí se závažnými ekonomickými dopady je potenciálním zdrojem konfliktů a proto je třeba věnovat mimořádnou péči metodice, kterou použijeme při rozhodovacím procesu. Výsledek může dlouhodobě ovlivnit ekonomickou stránku podniku a následně již toto rozhodnutí nelze vrátit zpět^[2].

2.2 Stanovení koeficientu významnosti

Rozhodovací komise, která je sestavena s kvalifikovaných expertů minimálně pěti (z důvodu zaručené míry objektivity) musí kvalifikovaně posoudit významnost jednotlivých minimálně 5-ti kritérií (váhu, důležitost) pro které použili následující metody.

- metoda pořadí
- metoda známkování
- metoda párového porovnání

2.2.1 Metoda pořadí

Postup pro stanovení vah kritérií metodou pořadí je následující

1. Každý expert, dle vlastního úsudku, musí přiřadit každému kritériu pořadí (1,2,...n), čím je kritérium pro experta významnější, tím má lepší pořadí, nejvýznamnější kritérium má hodnotu 1 nejméně významné kritérium 5.
2. Hodnocení expertů se sestaví do tabulky
3. Proveďte se výpočet podle daných vzorců.

tab. č. 1 – Příklad hodnocení experty jednotlivá kritéria

Expert	Kritéria				
	1	2	3	4	5
1.	2	3	1	4	5
2.	1	3	5	4	2
3.	4	1	3	5	2
4.	1	2	3	5	4
5.	3	1	2	4	5
a_j	11	10	14	22	18

$$a_j = \sum_{k=1}^p a_{kj} \quad (2.1)$$

p = počet expertů

m = počet kritérií

a_{kj} = číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu

a_j = součet čísel přiřazených j-tému kritériu

Koeficient významnosti B j-tého kritéria je následně dán vzorcem

$$B_j = 1 - \frac{a_j}{\sum_{j=1}^m a_j} \quad (2.2)$$

$$\sum_{j=1}^m a_j = 11 + 10 + 14 + 22 + 18 = 75$$

Koeficient významnosti kritérií: $B_1 = 1 - 11/75 = 0,85$

$$B_2 = 1 - 10/75 = 0,87$$

$$B_3 = 1 - 14/75 = 0,81$$

$$B_4 = 1 - 22/75 = 0,71$$

$$B_5 = 1 - 18/75 = 0,76$$

2.2.2 Metoda známkování

Postup pro stanovení vah touto metodou je následující

1. Každý expert, dle vlastního úsudku musí oznámkovat důležitost každého kritéria v určitém intervalu na stupnici (0-10), známka nemusí být celé číslo a stejnou hodnotu může přiřadit více kritériím.
2. Hodnocení expertů se sestaví do tabulky
3. Provede se výpočet podle daných vzorců

tab. č. 2 – Příklad ocenění experty jednotlivá kritéria

Expert	Kritéria					$\square \beta_{kj}$
	1	2	3	4	5	
1.	4	3	2	3	4	16
2.	8	6	4	4	5	27
3.	10	0	4	2	5	21
4.	3	4	1	2	5	15
5.	5	3	6	5	3	22

Váha j-tého kritéria u k-tého experta je dána

$$P_{kj} = \frac{\beta_{kj}}{\sum_{j=1}^m \beta_{kj}} \quad (2.3)$$

Koeficient významnosti j-tého kritéria je dán vzorcem

$$B_j = \sum_{k=1}^m p_{kj} \quad (2.4)$$

p = počet expertů

m = počet kritérií

β_{kj} = známka přiřazená k-tým expertem j-tému kritériu

$$P_{11} = \frac{\beta_{11}}{\sum_{j=1}^m \beta_{1j}} = 4/16 = 0,25$$

$$P_{12} = 3/16 = 0,19$$

$$P_{13} = 2/16 = 0,13$$

$$P_{14} = 3/16 = 0,19$$

$$P_{15} = 4/16 = 0,25$$

$$P_{21} = \frac{\beta_{kj}}{\sum_{j=1}^m \beta_{kj}} 8/27 = 0,30$$

$$P_{22} = 6/27 = 0,22$$

$$P_{23} = 4/27 = 0,15$$

$$P_{24} = 4/27 = 0,15$$

$$P_{25} = 5/27 = 0,19$$

$$P_{31} = \frac{\beta_{kj}}{\sum_{j=1}^m \beta_{kj}} 10/21 = 0,05$$

$$P_{32} = 0/21 = 0$$

$$P_{33} = 4/21 = 0,19$$

$$P_{34} = 2/21 = 0,10$$

$$P_{35} = 5/21 = 0,24$$

$$P_{41} = \frac{\beta_{kj}}{\sum_{j=1}^m \beta_{kj}} 3/15 = 0,20$$

$$P_{42} = 4/15 = 0,27$$

$$P_{43} = 1/15 = 0,07$$

$$P_{44} = 2/15 = 0,13$$

$$P_{45} = 5/15 = 0,33$$

$$P_{51} = \frac{\beta_{kj}}{\sum_{j=1}^m \beta_{kj}} 5/22 = 0,23$$

$$P_{52} = 3/22 = 0,14$$

$$P_{53} = 6/22 = 0,27$$

$$P_{54} = 5/22 = 0,23$$

$$P_{55} = 3/22 = 0,14$$

Koeficient významnosti kritérií

$$B_1 = \sum_{k=1}^m p_{k1} = 0,25 + 0,30 + 0,05 + 0,20 + 0,23 = 1,03$$

$$B_2 = \sum_{k=1}^m p_{k2} = 0,19 + 0,22 + 0,00 + 0,27 + 0,14 = 0,82$$

$$B_3 = \sum_{k=1}^m p_{k3} = 0,13 + 0,15 + 0,19 + 0,07 + 0,27 = 0,81$$

$$B_4 = \sum_{k=1}^m p_{k4} = 0,19 + 0,15 + 0,10 + 0,13 + 0,23 = 0,80$$

$$B_5 = \sum_{k=1}^m p_{k5} = 0,25 + 0,19 + 0,24 + 0,33 + 0,14 = 1,15$$

2.2.3 Metoda párového porovnání

Postup pro stanovení vah metodou párového porovnání je následující:

1. Ze soustavy m kritérií se sestojí trojúhelníková tabulka párů kritérií, které obsahuje

$$N = \frac{m(m-1)}{2} \text{ kombinací} \quad (2.5)$$

2. Všichni experti ve své trojúhelníkové tabulce označí u jednotlivých párů vždy to kritérium, které je dle názoru experta významnější. Pokud není expert schopen v některém páru kritéria navzájem porovnat, nebo se mu zdají obě kritéria stejně významná, může zakroužkovat obě.
3. Podle označení v trojúhelníku páru se ke každému kritériu připočítá tolik bodů, kolikrát bylo označeno. Pokud jsou označeny obě kritéria, každé získá $\frac{1}{2}$ bodu.
4. Bodová hodnocení všech expertů se vloží do tabulky.
5. Koeficient významnosti B_j každého kritéria, je vypočítán průměrným počtem bodů jednotlivých kritérií. Koeficient stanovíme tak, když celkový počet označených bodů u každého kritéria vydělíme počtem hodnotících expertů

tab. č. 3 – Příklad hodnocení kritérií jednotlivými experty

1. expert	2. expert	3. expert	4. expert	5. expert
1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1
2 3 4 5	2 3 4 5	2 3 4 5	2 3 4 5	2 3 4 5
2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2
3 4 5	3 4 5	3 4 5	3 4 5	3 4 5
3 3	3 3	3 3	3 3	3 3
4 5	4 5	4 5	4 5	4 5
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5

tab. č. 4 – Bodové ohodnocení

Expert	Kritéria				
	1	2	3	4	5
1.	2	1	2,5	2,5	2
2.	2,5	1,5	1,5	2,5	2
3.	2	1,5	3	3	0,5
4.	2,5	1	3	3	0,5
5.	0	1,5	2,5	4	2
celkem	9	6,5	12,5	15	7
B_j	1,8	1,3	2,5	3	1,4

$$B_j = \frac{\sum_{k=1}^p \gamma_{kj}}{p} \quad (2.6)$$

p = počet expertů

m = počet kritérií

γ_{kj} = počet bodů přiřazených k-tým expertem j-tému kritériu

2.2.4 Normovaný koeficient významnosti

Pro vzájemnou srovnatelnost koeficientů významnosti je nutné tyto koeficienty normovat (používání různých metod). Normování se provádí dle vztahu:

$$B_{jN} = \frac{B_j}{\sum_{j=1}^m B_j} \quad (2.7)$$

$$j = 1 \div m \quad (2.8)$$

B_{jN} = normovaný koeficient významnosti j-tého kritéria

B_j = nenormovaný koeficient významnosti j-tého kritéria

m = počet kritérií

$$B_1 = 1,8$$

$$B_2 = 1,3$$

$$B_3 = 2,5$$

$$B_4 = 3$$

$$B_5 = 1,4$$

$$B_{1N} = \frac{B_1}{\sum_{j=1}^m B_j} = \frac{1,8}{1,8 + 1,3 + 2,5 + 3 + 1,4} = 0,18$$

$$B_{2N} = 0,13$$

$$B_{3N} = 0,25$$

$$B_{4N} = 0,30$$

$$B_{5N} = 0,14$$

$$\sum_{j=1}^m B_{jN} = 0,18 + 0,13 + 0,25 + 0,30 + 0,14 = 1,00$$

2.2.5 Shoda hodnocení

Je vhodné určit v souvislosti s expertizním vyhodnocením, jaká nastane shoda výpovědí jednotlivých expertů hodnotící komise. K tomuto je nutno použít takzvaný koeficient shody, jenž je dán rovnicí:

$$w = \frac{12 \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p a_{kj} - \frac{p(m+1)^2}{2}}{p^2(m^3 - m)} \quad (2.9)$$

$$w = \frac{12 \cdot 11 - \frac{5(5+1)^2}{2} + 10 - \frac{5(5+1)^2}{2} + 14 - \frac{5(5+1)^2}{2} + 22 - \frac{5(5+1)^2}{2} + 18 - \frac{5(5+1)^2}{2}}{5^2(5^3 - 5)}$$

$$w = 0,4$$

m = počet kritérií

a_{kj} = číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu

p = počet expertů

pokud je $w = 1$ úplná shoda hodnocení experty

$w = 0$ hodnocení experty je naprosto rozdílné

Jestliže nastane situace a při hodnocení expertů se dosáhne nízké shody hodnocení (menší než 0,5) doporučuje se expertům, aby si vzájemně vyměnili názory na hodnocení významnosti jednotlivých kritérií a znovu provedli nové expertizní hodnocení. Pokud ani po této výměně názorů nedojde ke shodě je nutné experty vyměnit a nahradit jinými, kteří budou mít podobné názory a hodnocení významnosti jednotlivých kritérií.

2.3 Metody vícekritériálního rozhodování

2.3.1 Metoda vážených dílčích pořadí

Metoda vážených dílčích pořadí využívá následující postup:

1. Stanovení dílčích pořadí hodnocených variant, kde se hodnotí jednotlivá kritéria, u kterých je nutné rozlišit kritéria typu výnosy (+) a kritéria typu náklady (-)
2. Vynásobení pořadí daným koeficientem významnosti (B_j, B_{jN})
3. U každé varianty sečtení všech vážených dílčích pořadí (P_j)
4. Závěrem je vyhodnocení (V_j) variant, na prvním místě je ta, která má minimální součet hodnot dílčích pořadí a poslední je varianta, která má maximální součet hodnot dílčích pořadí

V tabulce číslo 5 jsou hodnoty kritérií 4 variant h_{ij} , kritéria j – 1,2 výnosy a kritéria j – 3,4,5 náklady

tab. č. 5 – Hodnoty jednotlivých kritérií

Varianta i	Kriterium j				
	1	2	3	4	5
1.	4	3	7	19	4
2.	8	6	11	10	12
3.	10	0	4	14	10
4.	3	4	6	9	15

V tabulce číslo 6 je stanovení dílčích pořadí variant, dle jednotlivých kritérií

tab. č. 6 – Dílčí pořadí hodnocených variant

Varianta i	Kriterium j				
	1 +	2 +	3 -	4 -	5 -
1.	4	1	3	4	1
2.	3	2	2	2	4
3.	1	4	1	1	3
4.	2	3	4	3	2

Pokud nastane situace stejných hodnot pro dané kritérium u více variant, přiřadíme jim hodnotu pořadí, která je průměrem pořadí, které tyto hodnoty zaujímají.

Významnost jednotlivých kritérií je dána koeficienty významnosti B_j :

$$B_1 = 2,0$$

$$B_2 = 1,0$$

$$B_3 = 3,0$$

$$B_4 = 3,5$$

$$B_5 = 0,5$$

Vynásobením pořadí příslušným koeficientem významnosti (B_j, B_{jN}) a sečtením všech vážených dílčích pořadí u každé varianty (P_j) získáme výsledné pořadí významnosti variant (V_j).

tab. č. 7 – Výsledné pořadí variant

Varianta i	Kritérium j					P_j	V_j
	1	2	3	4	5		
1.	8	1	6	14	0,5	29,5	3
2.	6	2	6	7	2	23	2
3.	2	4	3	3,5	1,5	14	1
4.	4	3	12	10,5	1	30,5	4

V případě, že hodnocení pořadí získáme některé hodnoty shodné, stanovíme pořadí jako průměr součtu pořadí, které připadají na shodné parametry.

Ukázka řešení shodných parametrů:

pořadí	1	2	3	4	5	6	7
parametr	A	B	B	C	D	D	E
skutečné pořadí	1	2,5	2,5	4	5,5	5,5	7

$$\frac{2+3}{2}$$

$$\frac{5+6}{2}$$

2.3.2 Metoda Bazická

U metody bazické byl použit následující postup:

1. Vytvoření bazické varianty (fiktivní varianty) průměrné hodnoty z údajů všech uvažovaných variant
2. Dílčí porovnání všech uvažovaných variant s bazickou variantou (z_{ij}) včetně zohlednění koeficientem významnosti

$$\text{nákladové kritéria} \quad z_{ij} = \frac{h_{bj}}{h_{ij}} \cdot B_j \quad (2.10)$$

$$\text{výnosové kritéria} \quad z_{ij} = \frac{h_{ij}}{h_{bj}} \cdot B_j \quad (2.11)$$

kde: h_{bj} - je hodnota j-tého kritéria u bazické varianty

h_{ij} - je hodnota j-tého kritéria u i-té varianty

B_j - je koeficient významnosti j-tého kritéria

3. Pro všechny varianty určíme hodnotu relativní užitenosti S_j

$$S_j = \frac{1}{m} \sum z_{ij}$$

m – počet kritérií

4. Vyhodnocení (V_j) - první je varianta, která má maximální hodnotu relativní užitenosti

S_j ,

5. poslední je varianta s minimální hodnotou relativní užitenosti

Výpočet bazické varianty:

$$h_{b1} = 1/4 \cdot (4+8+10+3) = 6,25$$

$$h_{b2} = 1/4 \cdot (3+6+0+4) = 3,25$$

$$h_{b3} = 1/4 \cdot (7+11+4+6) = 7,0$$

$$h_{b4} = 1/4 \cdot (19+10+14+9) = 13,0$$

$$h_{b5} = 1/4 \cdot (4+12+10+5) = 10,25$$

Propoččet koeficientů z_{ij} - dílčí porovnání všech variant s variantou bazickou:

$$\begin{aligned}
 z_{11} &= \frac{4}{6,25} \cdot 2 = 1,28 & z_{12} &= \frac{3}{3,25} \cdot 1 = 0,92 & z_{13} &= \frac{7}{7} \cdot 3 = 3,0 \\
 z_{14} &= \frac{13}{19} \cdot 3,5 = 2,39 & z_{15} &= \frac{10,25}{4} \cdot 0,5 = 1,28 & & \\
 z_{21} &= \frac{8}{6,25} \cdot 2 = 2,56 & z_{22} &= \frac{6}{3,25} \cdot 1 = 1,85 & z_{23} &= \frac{7}{11} \cdot 3 = 1,91 \\
 z_{24} &= \frac{13}{10} \cdot 3,5 = 4,55 & z_{25} &= \frac{10,25}{12} \cdot 0,5 = 0,43 & & \\
 z_{31} &= \frac{10}{6,25} \cdot 2 = 3,2 & z_{32} &= \frac{0}{3,25} \cdot 1 = 0 & z_{33} &= \frac{7}{4} \cdot 3 = 5,25 \\
 z_{33} &= \frac{8}{14} \cdot 3,5 = 2,0 & z_{35} &= \frac{10,25}{10} \cdot 0,5 = 0,51 & & \\
 z_{41} &= \frac{3}{6,25} \cdot 2 = 0,96 & z_{42} &= \frac{4}{3,25} \cdot 1 = 1,23 & z_{43} &= \frac{7}{6} \cdot 3 = 3,5 \\
 z_{43} &= \frac{9}{14} \cdot 3,5 = 2,25 & z_{45} &= \frac{10,25}{15} \cdot 0,5 = 0,34 & &
 \end{aligned}$$

tab. č. 8 – Vyhodnocení variant

Varianta i	Kriterium j					S_j	V_j
	1+	2+	3-	4-	5-		
1.	1,28	0,92	3,0	2,39	1,28	8,87	2
2.	2,56	1,85	1,91	4,55	0,43	11,3	4
3.	3,2	0	5,25	2,0	0,51	10,96	3
4.	0,96	1,23	3,5	2,25	0,34	6,8	1
h_{bj}	6,25	3,25	7	13	10,25		

V tabulce číslo 8 vidíme koeficienty hodnocení variant z_{ij} , relativní užitnosti S_j a nakonec výsledné pořadí významnosti V_j .

3 ZADÁVACÍ PODMÍNKY PRO NÁKUP VOZIDLA

Každá s firem, které se přihlásí do výběrového řízení, musí předložit nabídku na dodávku nákladního automobilu s pohonem obou náprav (4x4), komunální hydraulikou, sypací nástavbou pro chemický posyp a sněhovou radlicí. Obsahem zadávací dokumentace jsou technické a další požadavky.

V příloze číslo 1 je ukázka zadávacího listu pro nákup vozidla.

3.1 Technické požadavky

3.1.1 Nákladní automobil s pohonem 4x4, komunální hydraulikou

Technické požadavky pro nákladní automobil jsou:

- motor:
 - vznětový (s turbodmychadlem), vysokotlaké vstřikování
 - výkon min. 175 kW
 - hladina emisí dle EURO VI (s ohledem na platné legislativní předpisy)
 - sání vyvedeno vlevo nad za kabinu
 - výfuk vyveden nahoru za kabinu
- podvozek:
 - pro užitečnou hmotnost min. 8 tun
 - počet náprav 2
 - zvýšené zatížení přední nápravy (nosnost min. 9 tun - pro provoz se sněhovou radlicí o váze cca 1 200 kg)
 - pohon všech kol, mezi nápravový diferenciál s děličem momentu
 - uzávěrka diferenciálu přední nápravy, zadní nápravy
 - vícestupňová plně synchronizovaná převodovka (min. 16 převodových stupňů vpřed)
 - odstředivý nezávislý vývod pro přímou montáž komunální hydrauliky bez použití dodatečných spojovacích prvků
 - brzdový systém - provozní s ABS, nouzový, parkovací, odlehčovací systém

- přední rychloupínací deska DIN vel. 5 (pro nasazení čelní sněhové radlice o hmotnosti cca 1 200 kg) s možností zapojení tyče pro odtažení vozidla
 - závěs pro tažení přívěsu (při dodávce – Ø 40 mm) s vývody na dvouokruhový brzdový systém s ABS a elektroinstalaci přívěsu
 - vývod s konektorem 24 V v přední části vozidla u upínací desky (pro osvětlení radlice)
 - zvuková signalizace zpětného chodu
 - dostatečná ochrana proti korozi - způsob uvést v nabídce
 - barevné provedení – rám černý nebo černošedý
- hydraulika:
 - okruh silový pro pohon nástavby sypače (výkon min. 35 kW při otáčkách motoru 1 000 ot/min.)
 - okruh přídatných zařízení pro ovládání polohování radlice s možností přetáčení, zvedání, spouštění, plovoucí polohy, nouzového zvednutí při poruše dálkového ovládání (výkon min. 3,5 kW při otáčkách motoru 1 000 – 1 400 ot/min.)
 - vývody hydraulických okruhů zakončeny rychlospojkami u upínací desky (pro ovládání radlice) a za kabinou, resp. na zadní části vozidla (pro pohon nástavby)
 - náhon z vozidla pro hydrauliku musí být nezávislý na řazení (spojce)
 - montáž čerpadla na nezávislém vývodu z motoru
 - automatická regulace dodávání množství oleje pro různé provozní otáčky motoru
 - ochrana proti přehřátí oleje
 - signalizace minimálního množství oleje v hydraulickém systému
 -
 - kabina:
 - provedení 1+2, výkonné topení, stěrače a ostřikovače čelního skla
 - komunální provedení - tachograf, počítač km a Mth
 - odpružené, pneumatické sedadlo řidiče, sklopná kabina
 - obě sedadla vybavena opěrkou hlavy a bezpečnostními pásy
 - schůdky do kabiny s osvětlením
 - výstražné světelné zařízení oranžové barvy na střeše kabiny (zapsané v TP), další výstražné prvky pro bezpečnost prací na komunikaci

- schválené přídavné osvětlení „světelná rampa“ na střeše kabiny (zapsané v TP) pro provoz se šípovým pluhem v pracovní i přepravní poloze, které vyloučí současný provoz základního a přídavného osvětlení
 - kontrolky přídavného osvětlení, majáků, jednotlivých uzávěr diferenciálu
 - elektricky ovládaná a vyhřívaná zpětná zrcátka
 - měnič napětí 24 V – 12 V, zásuvka 12 V
 - mechanický odpojovač baterie
 - dostatečná ochrana proti korozi - způsob uvést v nabídce
 - barva RAL 2011
- nový výrobek

3.1.2 Sypací nástavba pro chemický posyp komunikací (chemik)

Technické požadavky pro sypací nástavbu jsou:

- max. kapacita zásobníku s přihlédnutím na užitečné zatížení podvozku
- chycení sypače rychlovýměnným systémem na rám nosiče v nejnižší možné poloze (např. systém odklopných šroubů) - způsob uvést v nabídce
- automatické řízení dávkování posypového materiálu pro udržení nastavené dávky dle pojezdové rychlosti v rozsahu cca 5 - 60 km/hod.
- šířka posypu 2 – 12 metrů s měnitelnou symetrií posypu řízenou z ovládacího panelu v kabině. Na dálkovém ovladači bude indikace kroků symetrie.
- nastavitelná regulace dávkování posypového materiálu ($5 - 60 \text{ g/m}^2$)
- možnost nastavení regulace nouzového posypu inertními posypovými materiály v rozsahu minimálně $100 - 200 \text{ g/m}^2$
- rozmetadlo a zadní vynášecí šachta, budou sklopné a pro snadné vyklápění vybaveny plynovou vzpěrou
- vynášecí šachta společně s rozmetadlem budou jištěny bezpečnostní pojistkou, která při vyklopení šachty zastaví rozmetadlo
- bezkontaktní čidlo kontroly posypu na krytu rozmetadla, utěsněné proti vniku soli resp. solanky s možností kontroly v kabině
- ovládací panel s archivací dat o průběhu posypu vybavený rozhraním RS 232 pro přenos dat do systému GPS
- řídicí panel pro ovládání nástavby umístěný v kabině vozidla (české menu)

- nástavbu vybavit zařízením na rozmělnění slepenců v posypovém materiálu a uvést způsob zamezení tvorby „tunelů“ u dna zásobníku
- nástavbu vybavit systémem vynášení posypu, který bude zajišťovat rovnoměrné vyprazdňování sypače po celé délce nástavby tak, aby v průběhu vyprazdňování nedocházelo k hnutí materiálu dozadu, tzn. posunu těžiště vzad a nadlehčování přední nápravy
- sypač bude vybaven systémem zkrápění
- systém zkrápění bude dávkovat solanku s možností variabilní změny poměru k suchému materiálu (cca 10 - 30%)
- solankové nádrže rovnoměrně rozmístěné na každé straně sypače, nádrže musí být vybaveny vodoznakem
- solankové čerpadlo bude chráněno proti poškození při běhu naprázdno a dostatečně ošetřeno proti působení soli
- osvětlení rozmetadla a zásobníku
- odklopná střecha nad zásobníkem s možností ovládání ze země, namontovaná ochranná síta zamezující naložení většího kusu soli
- odstavné, výškově stavitelné stojany pro výměnu a odstavení nástavby
- schválené výstražné osvětlení - oranžový maják na zadní stěně nástavby
- všechny kovové součásti nástavby budou chráněny před korozi. Uvést v nabídce způsob ochrany proti korozi - prodloužená záruka na proražení zásobníku
- možnost nouzového ručního nastavení posypu při poruše elektroinstalace vozidla nebo nástavby
- možnost posypu na místě (při zastaveném vozidle) - volba zapnutí posypu na místě jedinou klávesou dálkového ovladače bez nutnosti zásahu na nástavbě
- nástavba bude schválena jako samostatný technický celek
- ovládací panel vybavit datovým konektorem pro výstup dat o posypu v minimálním rozsahu
- posyp suchým materiálem - zap./vyp., množství v g/m² a evidence celkové spotřeby
- zkrápění solankou - zap./vyp., množství v ml/m² a evidence celkové spotřeby
- symetrie (asymetrie) posypu
- evidence dat a časů zásahů (při event. pozdějším připojení snímačů teplot vzduchu a vozovky výstup i těchto hodnot)
- možnost napojení antény GPS přímo do systému nástavby hydromotory sypače budou osazeny snímači otáček pro zpětnovazební regulaci nastavených parametrů posypu
- ovládací panel bude vybaven systémem diagnostiky - identifikace poruchy

- elektrického a hydraulického systému nástavby včetně označení vadného komponentu
- barva RAL 2011
- nový výrobek

3.1.3 Sněhová radlice

Technické požadavky pro sněhovou radlici jsou:

- upínací deska DIN 76060 vel.
- připojení na hydraulickou soustavu nosiče
- hydraulické zvedání, spouštění a stranové přetáčení radlice
- sněhová radlice segmentová
- vyměnitelné břity (guma, kov)
- stranové přetáčení min. 30° , zvedací mechanismus radlice s dorazem, plovoucí poloha
- vodící výškově nastavitelná kola min. průměru 380 mm s blatníky
- váha radlice cca 1 100 kg
- šířka radlice v plném natočení min. 2 800 mm
- základní výška radlice min. 1 100 mm, zvýšený pravý segment
- překonávání překážek o výšce min. 80 mm
- systém mechanické změny tuhosti (tvrdosti) vyklopení segmentů
- zajištění dostatečné agresivity sněhové radlice, nájezdový úhel břitu min. 30°
- systém ochrany bočních nárazů (boční chodníkové mechanické nárazníky)
- příčný výkyv radlice pro snadné kopírování vozovky
- při přepravě - blokáce radlice ve vodorovné poloze
- pevný kryt proti úletu sněhu na kabinu vozidla s horním přestavitelným plastovým krytem
- výstražné osvětlení LED (24 V)
- výstražné praporky
- výstražné šrafování
- výškově stavitelné mechanické odstavné nohy
- barva RAL 2011
- nový výrobek

3.2 Další požadavky

Při dodání bude s vozidlem předáno:

1. dodací list
2. návody k obsluze a údržbě, servisní knížky (katalog náhradních dílů) v českém jazyce
3. záruční listy, záruční a servisní podmínky
4. technické průkazy nosiče, upínací desky, radlice, sypací nástavby
5. rozhodnutí o schválení technické způsobilosti k provozu na pozemních komunikacích v ČR
6. prohlášení o shodě dle zákona
7. zápis o převzetí

Další požadavky zahrnují:

1. délka základní záruční doby na vozidlo i nástavby min. 24 měsíců
2. povinná výbava – výstražný trojúhelník, hydraulický zvedák, sada nářadí, sada žárovek, lékárnička, hasicí přístroj (náplň min. 2 kg) s držákem upevněným v kabině vozidla
3. držák rezervního kola (upevněný na vozidle)
4. rezervní kolo
5. montáž na vozidlo, předání vozidla, ověření funkčnosti a zaškolení obsluhy v ceně
6. vozidlo bude vybaveno informačním systémem PROTANK
7. vozidlo bude homologováno jako - nosič výměnných nástaveb (zapsáno v TP)
8. doložit výpočtem únosnost podvozku pro kombinaci pluh (cca 1 200 kg + mezikus) a sypač naplněný posypovým materiálem
9. samostatně uvést technické možnosti a výhody dodávaného kompletu nad rámec požadavků SSOK

3.3 Výběr vhodných kritérií

Před výběrem vozidla je nejdříve nutné zvážit, typ vozidla, který plánujeme pořídit. Následně co od něj očekáváme a jaký účel využití bude plnit. Na základě toho, se pevně stanoví kritéria, dle kterých bude proveden výběr. V první řadě nás vždy zajímá cena vozidla. Toto jsou pouze základní kritéria, která je nutno brát v úvahu při volbě vozidla. Nicméně je zapotřebí se zaměřit i na detailnější parametry a i na jejich základě provést výběr. Špatná volba vozidla může vést ke zvýšeným nákladům na provoz vozidla. Daná kritéria byla dána do tabulek (viz příloha) a pracovníci provedli bodování jednotlivých kritérií. Hodnotitelé,

kteří se podíleli na hodnocení jsou: vedoucí TSU ing. Vladislav Mesiarkin, vedoucí dopravy a metrolog SSOK ing. Radek Hrabal, vedoucí střediska Jeseník Bc. Dušan Robotka, vedoucí výroby Vladimír Petráš, mistr střediska Víkřovice René Hýbl.

Kritérium č.1 Výše celkové nabídkové ceny v Kč

Kritérium č.2 Délka záruční doby (v měsících):

- nákladní automobil – celková záruka
- sypací nástavba – celková záruka
- sněhová radlice – celková záruka

Kritérium č.3 Výkon motoru(od výkonu se odvíjí spotřeba)

Kritérium č.4 Vzdálenost servisu vozidla

Kritérium č.5 Vzdálenost servisu sypací nástavby a radlice

Kritérium č.6 Jakou dobu působí firma na českém trhu nebo v zahraničí

Kritérium č. 1: Pořizovací cena

Při koupi nového vozidla nás vždy na prvním místě zajímá cena, která se odvíjí od toho, co všechno od vozidla očekáváme, jakou výbavu vyžadujeme. Při koupi vozu s nižší cenou nemusí být vždy ta nejlepší cesta k tomu, jak ušetřit a zároveň být maximálně spokojen s vozidlem. Pořizovací cena vozidla, kterou uvádí prodejce, musí být konečná. Jak již bylo zmíněno, vozidlo je určeno pro zimní údržbu komunikací, musí být speciálně upravené pro nesení nástaveb, jako je sypací nástavba a sněhová radlice.

Kritérium č. 2: Délka záruční doby

Výrobce nákladních vozidel dává záruku na vozidlo pouze 12 měsíců. Firmy, které provádějí přestavby vozidel na nosiče nástaveb, tuto záruku navyšují na 24 měsíců a jsou dodavatelé, kteří jí prodlouží i na 36 měsíců a veškerá rizika s poruchou berou na sebe. Také na sněhovou radlici a sypací nástavbu musí být poskytnuta záruka, která bývá nejčastěji 30-36 měsíců, jedná se o zařízení na vozidlech, která jsou v provozu maximálně 5 měsíců v roce.

Kritérium č. 3: Výkon motoru, spotřeba paliva

Spotřeba paliva a její měření je jedna z nejdůležitějších užitných vlastností vozidla, výrobci nákladních vozidel již neuvádějí spotřebu v TP, průměrné spotřeby se buď vypočítají dle vzorce

$$M_{V100} = M_{VKM} \cdot 100 = \frac{m_{pe}}{\rho} \cdot \frac{P_{SM}}{V} \cdot 10^2 \quad \frac{l}{100km} \quad (3.12)$$

kde:

M_{VKM} objemová dráhová spotřeba

m_{pe} měrná spotřeba $[g/kWh]$

ρ hustota paliva $[kg.m^{-3}]$

P_{SM} výkon spalovacího motoru $[kW]$

V objem $[cm^3]$

Pokud má firma již ve svém vozovém parku typ nabízeného vozidla, tak také je již seznámena se spotřebou vozidla a může objektivně posoudit, zda dané vozidlo je přínosem pro firmu nízká spotřeba, nebo ji zatěžuje ve vysoké spotřebě a vozidlo znevýhodní ve výběrovém řízení.

Kritérium č. 4 a 5: Vzdálenost servisu vozidla a nástaveb

Všechna vozidla a nástavby podléhají pravidelným servisním prohlídkám v intervalech stanoveným výrobcem vozidel. Servisní prohlídky probíhají podle údržbového plánu, který je sestaven tak, aby byly zkontrolovány prvky vozidla nebo nástaveb, u kterých by mohlo dojít k jejich poškození během provozu. Každé vozidlo má interval kontroly nastaven jinak. Kontrola je zaměřena na funkčnost jednotlivých prvků vozidla, těsnost hydraulických systémů, výměnu filtrů, náplní případně výměna dalších komponentů, které byly poškozeny během provozu. Ceny za servisních prohlídek jsou výrobcem nastaveny různě, také při volbě vozidla a nástaveb, je zapotřebí dbát i na dostupnost servisů a jeho vzdálenost, jakou částku si účtují za hodinu práce, dostupnost náhradních dílů.

Kritérium č. 6: Jakou dobu působí firma na českém trhu nebo v zahraničí.

V neposlední řadě je dobré znát reference firmy, která dané vozidlo a nástavby nabízí, jakou dobu firma existuje a zda následně bude plnit své závazky vůči zákazníkovi. Aby se nestalo, že po dodání vozidla, sypací nástavby a sněhové radlice firma zanikne. Následně by veškeré záruční podmínky, které dodavatel uvedl v nabídce, musel zákazník hradit z vlastních zdrojů u jiných firem, které se podobnou výrobou zabývají.

3.4 Volba variant hodnocení byly

Podklady pro sestavení tabulky získány z předložených nabídek uvedených firem, které se zúčastnily otevřeného řízení - Dodávka nákladního vozidla s pohonem obou náprav (4X4), komunální hydraulikou, sypací nástavba pro chemický posyp a sněhová radlice. Technické požadavky na nákup nové mechanizace navrhuji ze své funkce vedoucího dopravy SÚ Šumperk. Komise, se skládá s pěti členů, odborníků ve své profesi, musí rozhodnout o nejvýhodnější nabídce, kterou podaly dané firmy.

Srovnávací tabulka pro dodávku nákladního vozidla s pohonem obou náprav (4X4), komunální hydraulikou, sypací nástavbou pro chemický posyp a sněhovou radlicí

Veškerá data, parametry vidíme v tabulce č. 8.

tab. č. 8 – Varianty dodávky

Uchazeč Kritérium	CROY, s.r.o. Rakovník	UNIKONT GROUP s.r.o. Praha	HANES s.r.o. Praha	MTM TECH s.r.o. Praha	CROY, s.r.o. Rakovník	KOBIT CZ s.r.o. Praha	SAP spol.s.r.o. Loket 49 Čechovice
Podvozek	MB Actros 1836 4x4	IVECO AD 190 4x4	IVECO AD 190 4x4	MAN 18.285 4x4	MB UNIMOG 500	IVECO AD 190 4x4	IVECO AD 190 4x4
Sypací nástavba	Schmidt S 50-36	Epoka SH 3800	Gilietta UH 3000	Schmidt S 50-36	Gmeiner	SYKO 4	SYKO 4
Sněhový pluh	Schmidt Tarcon 36.1	PSH 300.4	Gmeiner GLS 270	LLV35	Gmeiner GLS 260	RSS 29	LLV35
Cena za podvozek	2 838 000,00	2 998 800,00	2 441 700,00	3 398 000,00	3 850 000,00	3 240 400,00	3 200 000,00
Cena za sypací nástavbu	813 600,00	882 000,00	1 240 500,00	820 000,00	950 000,00	858 800,00	858 800,00
Cena za pluh	3 78 000,00	3 12 000,00	490 200,00	296 000,00	390 200,00	312 000,00	316 000,00

tab. č. 9 – Srovnávací tabulka s kritérii

Uchazeč Kritérium						
	Kritérium č. 1	Kritérium č. 2	Kritérium č. 3	Kritérium č. 4	Kritérium č. 5	Kritérium č. 6
CROY, s.r.o. Rakovník	4 029 600,00	24/36/30	260 kW/ 36 litrů	Olomouc – 60 km	Velké Meziříčí 187 km	60 let
UNIKONT GROUP s.r.o Praha	4 192 800,00	24/24/24	265 kW/ 39 litrů	Zábřeh – 16 km	Nájemná – 124 km	21 let
HANES s.r.o. Praha	4 172 400,00	24/30/30	265 kW/ 39 litrů	Zábřeh – 16 km	Praha – 231 km	
MTM TECH s.r.o. Praha	4 514 000,00	24/36/30	265 kW/ 39 litrů	Praha – 231 km	Sloup – 91 km	19 let
CROY, s.r.o. Rakovník	5 190 200,00	24/36/30	265 kW/ 39 litrů	Olomouc – 60 km	Velké Meziříčí 187 km	60 let
KOBIT CZ s.r.o. Praha	4 411 200,00	24/36/30	265 kW/ 39 litrů	Zábřeh – 16 km	Brno - 133	21 let
SAP spol.s.r.o. Loket 49 Čechovice	4 416 000,00	24/30/30	265 kW/ 39 litrů	Zábřeh – 16 km	Loket – 206 km	18 let

4 Aplikace vícekritériálního rozhodování

Na základě nabídek firem, které firma obdržela, jsem sestavil srovnávací tabulku kritérií a variant.

Kritéria pro jejich hodnocení jsou:

1. cena sestavy
2. délka záruční doby
3. výkon motoru, spotřeba vozidla
4. vzdálenost servisu vozidla
5. vzdálenost servisu chemické nástavby a sněhové radlice
6. doba, kterou firma působí na českém nebo zahraničním trhu

Firmy, které podaly nabídku na dodání dané sestavy, vyrábí sypací nástavby nebo sněhové radlice, upravují nakoupená vozidla dle zadání (komunální hydraulika, upínací deska sněhové radlice, bezpečnostní prvky) nabídku předložili v souladu se zadáním.

4.1 Aplikace metod pro stanovení koeficientu významnosti

4.1.1 Metoda pořadí

Jednotliví experti přiřadili každému kritériu pořadí, postupovali následovně:

1. Každý expert, dle vlastního úsudku, přiřadil každému kritériu pořadí (1,2,...n), čím bylo kritérium pro experta významnější, tím má lepší pořadí, nejvýznamnější kritérium má hodnotu 1 nejméně významné kritérium 5.
2. Hodnocení expertů je v tabulce č. 10
3. Provedl se výpočet dle daných vzorců.

Vypočteme koeficient významnosti:

$$B_j = 1 - \frac{\alpha_j}{\sum_{j=1}^m \alpha_j} \quad (2.7)$$

p = počet expertů

m = počet kritérií

a_{kj} = číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu

a_j = součet čísel přiřazených j-tému kritériu

tab. č. 10 – Stanovení váhy kritérií jednotlivými experty

Expert	Kritéria					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	1	2	4	5	3	6
2.	1	3	2	4	5	6
3.	1	2	3	5	4	6
4.	1	3	2	4	5	6
5.	1	2	3	4	5	6
α_j	5	12	14	22	22	30
B_j	0,9524	0,8857	0,8667	0,7905	0,7905	0,7143
	1.	2.	3.	4-5.	4-5.	6

Vypočtené hodnoty byly dosazeny do tabulky č. 10

$$B_1 = 1 - \frac{5}{105} = 0,9524$$

$$B_2 = 1 - \frac{12}{105} = 0,8857$$

$$B_3 = 1 - \frac{14}{105} = 0,8667$$

$$B_4 = 1 - \frac{22}{105} = 0,7905$$

$$B_5 = 1 - \frac{22}{105} = 0,7905$$

$$B_6 = 1 - \frac{30}{105} = 0,7143$$

Určíme shodu hodnocení experty

$$w = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p \alpha_1 - \frac{p(m+1)^2}{2}}{p^2(m^3 - m)} \quad (2.9)$$

$$w = \frac{12 \cdot 5 - \frac{5(6+1)^2}{2} + 12 \cdot 5 - \frac{5(6+1)^2}{2} + 14 \cdot 5 - \frac{5(6+1)^2}{2} + 22 \cdot 5 - \frac{5(6+1)^2}{2} + 22 \cdot 5 - \frac{5(6+1)^2}{2} + 30 \cdot 5 - \frac{5(6+1)^2}{2}}{5^2(6^3 - 6)} =$$

$$= \frac{4599}{5250} = 0,876$$

Pokud by nastala situace a hodnocení expertů by dosáhlo nízké shody hodnocení (menší než 0,5) museli by se dohodnout na hodnocení významnosti jednotlivých kritérií a znovu provést nové hodnocení. V našem případě je shoda hodnocení 0,876 vidíme shodu expertů pro daná kritéria

4.1.2 Metoda známkování

Každý expert oznámkuje důležitost vah touto metodou dle následujícího postupu

1. Expert, dle vlastního úsudku oznámkuje důležitost každého kritéria v určitém intervalu na stupnici (0-10), známka nemusí být celé číslo a stejnou hodnotu může přiřadit více kritériím.
2. Hodnocení expertů je tabulce č. 11
3. Provedl se výpočet podle daných vzorců

tab. č. 11 – Ocenění kritérií jednotlivými experty

kritérium expert	1.	2.	3.	4.	5.	6.	$\sum B_{kj}$
1.	10	9	8	7	7	2	43
2.	10	6	8	7	7	1	39
3.	9	10	7	8	8	2	44
4.	10	9	7	6	6	1	39
5.	10	8	6	5	5	2	36

tab. č. 12 – Koefficient významnosti jednotlivých kritérií

kritérium expert	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	10/43	9/43	8/43	7/43	7/43	2/43
2.	10/39	6/39	8/39	7/39	7/39	1/39
3.	9/44	10/44	7/44	8/44	8/44	2/44
4.	10/39	9/39	7/39	6/39	6/39	1/39
5.	10/36	8/36	6/36	5/36	5/36	2/36
B_j	1,22	1,04	0,90	0,81	0,81	0,22

Váha j-tého kritéria u k-tého experta je dána vzorcem

$$P_{kj} = \frac{\beta_{kj}}{\sum_{j=1}^m \beta_{kj}} \quad (2.3)$$

Koefficient významnosti j-tého kritéria je dán vzorcem

$$B_j = \sum_{k=1}^m p_{kj} \quad (2.4)$$

p = počet expertů

m = počet kritérií

β_{kj} = známka přiřazená k-tým expertem j-tému kritériu

$$P_{11} = \frac{\beta_{11}}{\sum_{j=1}^m \beta_{1j}} = 10/43 = 0,23 \quad P_{12} = 9/43 = 0,21 \quad P_{13} = 8/43 = 0,18 \quad P_{14} = 7/43 = 0,16$$

$$P_{15} = 7/43 = 0,16 \quad P_{16} = 2/43 = 0,05$$

$$P_{21} = 10/39 = 0,26 \quad P_{22} = 6/39 = 0,15 \quad P_{23} = 8/39 = 0,21 \quad P_{24} = 7/39 = 0,18$$

$$P_{25} = 7/39 = 0,18 \quad P_{26} = 1/39 = 0,03$$

$$P_{31} = 9/44 = 0,20 \quad P_{32} = 10/44 = 0,23 \quad P_{33} = 7/44 = 0,16 \quad P_{34} = 8/44 = 0,18$$

$$P_{35} = 8/44 = 0,18 \quad P_{36} = 2/44 = 0,05$$

$$P_{41} = 10/39 = 0,26 \quad P_{42} = 9/39 = 0,23 \quad P_{43} = 7/39 = 0,18 \quad P_{44} = 6/39 = 0,15$$

$$P_{45} = 6/39 = 0,15 \quad P_{46} = 1/39 = 0,03$$

$$P_{51} = 10/36 = 0,27$$

$$P_{52} = 8/36 = 0,22$$

$$P_{53} = 6/36 = 0,17$$

$$P_{54} = 5/36 = 0,14$$

$$P_{55} = 5/36 = 0,14$$

$$P_{56} = 2/36 = 0,06$$

Koeficient významnosti kritérií

$$B_1 = \sum_{k=1}^m p_{k1} = 0,23 + 0,26 + 0,20 + 0,26 + 0,27 = 1,22$$

$$B_2 = \sum_{k=1}^m p_{k2} = 0,21 + 0,15 + 0,23 + 0,23 + 0,22 = 1,04$$

$$B_3 = \sum_{k=1}^m p_{k3} = 0,18 + 0,21 + 0,16 + 0,18 + 0,17 = 0,90$$

$$B_4 = \sum_{k=1}^m p_{k4} = 0,16 + 0,18 + 0,18 + 0,15 + 0,14 = 0,81$$

$$B_5 = \sum_{k=1}^m p_{k5} = 0,16 + 0,18 + 0,18 + 0,15 + 0,14 = 0,81$$

$$B_6 = \sum_{k=1}^m p_{k6} = 0,05 + 0,03 + 0,05 + 0,03 + 0,06 = 0,22$$

4.1.3 Metoda párového porovnání

Koeficient významnosti řešíme metodou párového porovnání

1. Ze soustavy m kritérií sestojí experti trojúhelníkovou tabulku párů kritérií, která obsahuje:

$$N = \frac{m(m-1)}{2} \text{ kombinací} \quad (2.5)$$

2. Všichni experti ve své trojúhelníkové tabulce označili u jednotlivých párů vždy to kritérium, které je dle jeho názoru významnější. Pokud nebyl schopen u některého páru kritéria navzájem porovnat, nebo se mu zdála obě kritéria stejně významná, zakroužkoval obě.
3. Podle označení v trojúhelníku páru se ke každému kritériu připočítalo tolik bodů, kolikrát bylo označeno. Pokud byla označena obě kritéria, každé získá $\frac{1}{2}$ bodu.
4. Bodová hodnocení všech expertů je v tabulce č. 14.

5. Koeficient významnosti B_j každého kritéria, je vypočítán průměrným počtem bodů jednotlivých kritérií. Koeficient jsem stanovil tak, že celkový počet označených bodů u každého kritéria dělím počtem hodnotících expertů

$$\text{Počet párů } N = \frac{m(m-1)}{2} = \frac{6(6-1)}{2} = 15$$

tab. č. 13 – Hodnocení kritérií jednotlivými experty pomocí párového porovnání

1. expert						2. expert					
(1)	(1)	(1)	(1)	(1)		(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
(2)	3	4	5	6		2	3	4	5	6	
	(2)	(2)	(2)	(2)			(2)	(2)	(2)	(2)	
	3	(4)	(5)	6		(3)	4	5	6		
		(3)	(3)	(3)			(3)	(3)	(3)		
		(4)	(5)	6			4	5	6		
			(4)	(4)				(4)	(4)		
			(5)	6				(5)	6		
				(5)					(5)		
				6					6		

3. expert					4. expert				
1	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
(2)	3	(4)	(5)	6	2	(3)	4	5	6
	(2)	(2)	(2)	(2)		(2)	(2)	(2)	(2)
	3	(4)	(5)	6		3	(4)	(5)	6
		3	3	(3)			(3)	(3)	(3)
		(4)	(5)	6		4	5	6	
			(4)	(4)			(4)	(4)	
			(5)	6			(5)	6	
				(5)				(5)	
				6					6

5. expert				
(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
2	3	4	5	6
	(2)	(2)	(2)	(2)
	3	(4)	(5)	6
		(3)	(3)	(3)
		(4)	5	6
			(4)	(4)
			(5)	6
				(5)
				6

tab. č. 14 – Bodové hodnocení

kritérium expert	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	4,5	3,5	2	3,5	1,5	0
2.	5	3,5	3,5	1,5	1,5	0
3.	3	4	1	3,5	3,5	0
4.	4,5	3	3,5	2	2	0
5.	5	3	2,5	2,5	2	0
γ_{kj}	22	17	12,5	13	10,5	0
B_j	4,4	3,4	2,5	2,6	2,1	0

Koeficient významnosti B_j každého kritéria je vypočítán podle vzorce:

$$B_j = \frac{\sum_{k=1}^p \gamma_{kj}}{p} \quad (2.7)$$

p = počet expertů

m = počet kritérií

γ_{kj} = počet bodů přiřazených k-tým expertem j-tému kritériu

$$B_1 = \frac{22}{5} = 4,4$$

$$B_2 = \frac{17}{5} = 3,4$$

$$B_3 = \frac{12,5}{5} = 2,5$$

$$B_4 = \frac{13}{5} = 2,6$$

$$B_5 = \frac{10,5}{5} = 2,1$$

$$B_6 = \frac{0}{5} = 0$$

4.2 Aplikace metod vícekritériálního rozhodování

4.2.1 Metoda Vážených dílčích pořadí

Metoda vážených dílčích pořadí využívá následující postup:

1. Stanovení dílčích pořadí hodnocených variant, kde se hodnotí jednotlivá kritéria, u kterých je nutné rozlišit kritéria typu výnosy (+) a kritéria typu náklady (-)
2. Vynásobení pořadí daným koeficientem významnosti (B_j, B_{jN})
3. U každé varianty sečtení všech vážených dílčích pořadí (P_j)

4. Závěrem je vyhodnocení (V_j) variant, na prvním místě je ta, která má minimální součet hodnot dílčích pořadí a poslední je varianta, která má maximální součet hodnot dílčích pořadí

V tabulce číslo 15 jsou hodnoty kritérií 7 variant h_{ij} , kritéria j – 2,3 výnosy a kritéria j - 1,4,5,6 náklady. Kritérium č. 2 jsme zprůměrovali.

tab. č. 15 – Hodnoty jednotlivých kritérií

Kritérium Firma	1 Cena (Kč)	2 Záruční doba (měsíce)	3 Výkon motoru (kW)	4 Servis vozidla (km)	5 Servis nástaveb (km)	6 Doba fungování (roky)
CROY s.r.o	4 029 600	ϕ 30	260	60	187	60
UNIKOT GROUP	4 192 800	ϕ 24	265	16	124	21
HANES s.r.o	4 172 400	ϕ 28	265	16	231	12
MTM TECH s.r.o	4 514 000	ϕ 30	280	231	91	19
CROY s.r.o	5 190 200	ϕ 30	175	60	187	60
KOBIT CZ s.r.o	4 411 200	ϕ 30	265	16	133	21
SAP spol.s.r.o	4 416 000	ϕ 28	265	16	266	18

Významnost jednotlivých kritérií použijeme z hodnocení kritérií jednotlivými experty párového porovnání kde:

B_j	4,4	3,4	2,5	2,6	2,1	0
-------	-----	-----	-----	-----	-----	---

řešení shodných parametrů:

pořadí	1	2	3	4	5	6	7
parametr	A	B	B	C	D	D	E
skutečné pořadí	1	2,5	2,5	4	5,5	5,5	7
		$\frac{2+3}{2}$			$\frac{5+6}{2}$		

tab. č. 16 – Dílčí pořadí

Kritérium Firma	1 - Cena (Kč)	2 + Záruční dobu (měsíce)	3 + Výkon motoru (kW)	4 - Servis vozidla (km)	5 - Servis nástaveb (km)	6 - Doba fungování (roky)
CROY s.r.o	1	2,5	6	5,5	4,5	1,5
UNIKOT GROUP	3	7	4,5	2,5	2	3,5
HANES s.r.o	2	5,5	4,5	2,5	6	7
MTM TECH s.r.o	6	2,5	1	7	1	5
CROY s.r.o	7	2,5	7	5,5	4,5	1,5
KOBIT CZ s.r.o	4	2,5	4,5	2,5	3	3,5
SAP spol.s.r.o	5	5,5	4,5	2,5	7	6

Vynásobením pořadí příslušným koeficientem významnosti (B_j, B_{jN}) a sečtením všech vážených dílčích pořadí u každé varianty (P_j) získáme výsledné pořadí významnosti variant (V_j).

tab. č. 17 – Vyhodnocení variant

Kritérium Firma	1 Cena (Kč)	2 Záruční doba (měsíce)	3 Výkon motoru (kW)	4 Servis vozidla (km)	5 Servis nástaveb (km)	6 Doba fungování (roky)	P_j	V_j
CROY s.r.o	4,4	8,5	15	14,3	9,45	0	51,65	2
UNIKOT GROUP	13,2	23,8	11,25	6,5	12,6	0	58,95	4
HANES s.r.o	6,8	18,7	11,25	6,5	12,6	0	55,85	3
MTM TECH s.r.o	26,4	8,5	17,5	18,2	2,1	0	72,70	5
CROY s.r.o	30,8	8,5	17,5	14,3	9,45	0	80,55	7
KOBIT CZ s.r.o	17,6	8,5	11,25	6,5	6,3	0	50,15	1
SAP spol.s.r.o	22	18,7	11,25	6,5	14,7	0	73,15	6

4.2.2 Metoda Bazická

U metody bazické jsem použil následující postup:

1. Vytvoření bazické varianty (fiktivní varianty) průměrné hodnoty z údajů všech uvažovaných variant
2. Dílčí porovnání všech uvažovaných variant s bazickou variantou (z_{ij}) včetně zohlednění koeficientem významnosti

$$\text{nákladové kritéria} \quad z_{ij} = \frac{h_{bj}}{h_{ij}} \cdot B_j \quad (2.10)$$

$$\text{výnosové kritéria} \quad z_{ij} = \frac{h_{ij}}{h_{bj}} \cdot B_j \quad (2.11)$$

kde: h_{bj} - je hodnota j-tého kritéria u bazické varianty
 h_{ij} - je hodnota j-tého kritéria u i-té varianty
 B_j - je koeficient významnosti j-tého kritéria

1. Pro všechny varianty určíme hodnotu relativní užitenosti S_j

$$S_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m z_{ij}$$

m – počet kritérií

2. Vyhodnocení (V_j) - první je varianta, která má maximální hodnotu relativní užitenosti

$$S_j,$$

3. poslední je varianta s minimální hodnotou relativní užitenosti

Výpočet bazické varianty:

$$h_{b1} = 1/7 \cdot (4029600 + 4192800 + 4172400 + 4514000 + 5190200 + 4411200 + 441600) = 4\,418\,028,52$$

$$h_{b2} = 1/7 \cdot (30 + 24 + 28 + 30 + 30 + 30 + 28) = 28,57$$

$$h_{b3} = 1/7 \cdot (260 + 265 + 265 + 280 + 175 + 265 + 265) = 253,57$$

$$h_{b4} = 1/7 \cdot (60 + 16 + 16 + 231 + 60 + 16 + 16) = 59,29$$

$$h_{b5} = 1/7 \cdot (187 + 124 + 231 + 91 + 187 + 133 + 266) = 174,14$$

$$h_{b6} = 1/7 \cdot (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 0$$

Propočet koeficientů z_{ij} - dílčí porovnání všech variant s variantou bazickou:

$$z_{11} = \frac{4418028,52}{4029600} \cdot 4,4 = 4,82 \quad z_{12} = \frac{30}{28,571} \cdot 3,4 = 3,57 \quad z_{13} = \frac{260}{253,571} \cdot 2,5 = 2,563$$

$$z_{14} = \frac{59,286}{60} \cdot 2,6 = 2,57 \quad z_{15} = \frac{174,142}{187} \cdot 2,1 = 1,96 \quad z_{16} = \frac{60}{0} \cdot 0 = 0$$

$$z_{21} = \frac{4418028,571}{4029600} \cdot 4,4 = 4,64 \quad z_{22} = \frac{24}{28,571} \cdot 3,4 = 2,86 \quad z_{23} = \frac{265}{253,571} \cdot 2,5 = 2,61$$

$$z_{24} = \frac{59,286}{16} \cdot 2,6 = 9,63 \quad z_{25} = \frac{174,142}{124} \cdot 2,1 = 2,95 \quad z_{26} = \frac{21}{0} \cdot 0 = 0$$

$$z_{31} = \frac{4418028,571}{4172400} \cdot 4,4 = 4,66$$

$$z_{32} = \frac{28}{28,571} \cdot 3,4 = 3,33$$

$$z_{33} = \frac{265}{253,571} \cdot 2,5 = 2,61$$

$$z_{34} = \frac{59,286}{16} \cdot 2,6 = 9,63$$

$$z_{35} = \frac{174,142}{231} \cdot 2,1 = 1,58$$

$$z_{36} = \frac{12}{0} \cdot 0 = 0$$

$$z_{41} = \frac{4418028,571}{4514000} \cdot 4,4 = 4,31$$

$$z_{42} = \frac{30}{28,571} \cdot 3,4 = 3,57$$

$$z_{43} = \frac{280}{253,571} \cdot 2,5 = 2,76$$

$$z_{44} = \frac{59,286}{231} \cdot 2,6 = 0,67$$

$$z_{45} = \frac{174,142}{91} \cdot 2,1 = 4,02$$

$$z_{46} = \frac{19}{0} \cdot 0 = 0$$

$$z_{51} = \frac{4418028,571}{5190200} \cdot 4,4 = 3,75$$

$$z_{52} = \frac{30}{28,571} \cdot 3,4 = 3,57$$

$$z_{53} = \frac{175}{253,571} \cdot 2,5 = 1,73$$

$$z_{54} = \frac{59,286}{60} \cdot 2,6 = 2,57$$

$$z_{55} = \frac{174,142}{187} \cdot 2,1 = 1,96$$

$$z_{56} = \frac{60}{0} \cdot 0 = 0$$

$$z_{61} = \frac{4418028,571}{4411200} \cdot 4,4 = 4,41$$

$$z_{62} = \frac{30}{28,571} \cdot 3,4 = 3,57$$

$$z_{63} = \frac{265}{253,571} \cdot 2,5 = 2,61$$

$$z_{64} = \frac{59,286}{16} \cdot 2,6 = 9,63$$

$$z_{65} = \frac{174,142}{133} \cdot 2,1 = 2,75$$

$$z_{66} = \frac{21}{0} \cdot 0 = 0$$

$$z_{71} = \frac{4418028,571}{4416000} \cdot 4,4 = 4,40$$

$$z_{72} = \frac{28}{28,571} \cdot 3,4 = 3,33$$

$$z_{73} = \frac{265}{253,571} \cdot 2,5 = 2,61$$

$$z_{74} = \frac{59,286}{16} \cdot 2,6 = 9,63$$

$$z_{75} = \frac{174,142}{266} \cdot 2,1 = 1,38$$

$$z_{76} = \frac{18}{0} \cdot 0 = 0$$

V tabulce číslo 18 vidíme koeficienty hodnocení variant z_{ij} , relativní užítlosti S_j a nakonec výsledné pořadí významnosti V_j .

tab. č. 18 – Vyhodnocení Bazické metody

Kritérium	1. - Cena (Kč)	2. + Záruční doba (měsíce)	3. + Výkon motoru (kW)	4. - Servis vozidla (km)	4. - Servis nástaveb (km)	5. + Doba fungování (roky)	S_j	V_j
Firma								
CROY s.r.o	4,82	3,57	2,56	2,57	1,96	0	15,47	5
UNIKOT GROUP	4,64	2,86	2,61	9,63	2,95	0	22,69	2
HANES s.r.o	4,66	3,33	2,61	9,63	1,58	0	21,81	4
MTM TECH s.r.o	4,31	3,57	2,76	0,67	4,02	0	15,33	6
CROY s.r.o	3,75	3,57	1,73	2,57	1,96	0	13,58	7
KOBIT CZ s.r.o	4,41	3,57	2,61	9,63	2,75	0	22,97	1
SAP spol.s.r.o	4,40	3,33	2,61	9,63	1,38	0	21,35	3

B_j	4,4	3,4	2,5	2,6	2,1	0
h_{bj}	4 418028,571	28,571	253,571	59,286	174,142	0

4.3 Vyhodnocení řešeného problému

Při hodnocení metodou **Vážených dílčích pořadí** a metodou **Basickou** jsme vyhodnotili jako nejvýhodnější firmu KOBIT CZ. s.r.o, která nenabídla nejlevnější nákup sestavy, ale ostatní překonala v dostupnosti servisu.

Při hodnocení nabídek v naší firmě vyhrála firma CROY s.r.o Rakovník s cenou 4 029 600,00 Kč. Posuzována byla cena 90% a záruční doba 10%. Z tohoto příkladu vidíme, že nejlevnější nabídka nemusí být pro danou firmu nejvýhodnější. Doporučím našemu vedení, aby si prostudovali i jiné možnosti hodnocení podaných nabídek.

V daném případě vidíme rozdílný výsledek výběrového řízení na dodávku vhodného vozidla pro zimní údržbu pracovníky experty SSOK, kteří vyhodnocují pouze dvě kritéria to je cena a záruka. Následné provozní náklady ve svém hodnocení neřeší. Pomocí více kritérií vidíme na daném příkladu, že cena vozidla nemusí být hlavním rozhodujícím kritériem. Také by se měl sjednotit vozový park SSOK a ne každé výběrové řízení posuzovat jednotlivě a následně zaškolovat obsluhy vozidel na jiný typ než, ten který firma vlastní a je s daným vozidlem spokojena. Sjednání vozového parku má také jiné výhody, zmenšení skladových zásob náhradními díly, jednotné servisní zázemí, záskok řidičů na vozidlech v době dovolených nebo nemoci.

tab.č. 19 – Vyhodnocení metod

	CROY	UNIKONT	HANES	MTM	CROY	KOBIT	SAP
metoda č.1	2	4	3	5	7	1	6
metoda č.2	5	2	4	6	7	1	3

metoda č. 1 – metoda Vážených dílčích pořadí

metoda č. 2 – metoda Basická

5 Závěr

Účelem diplomové práce bylo aplikovat vícekritériální metody na výběr vhodného vozidla pro zimní údržbu. Jelikož se výhledově plánují další investice nákupů vozidel pro zimní údržbu.

Dalším požadavkem bylo provést srovnání nově vybraných vozidel s vozidly, která již byla dříve nakoupena a jsou používána pro zimní údržbu.

První fáze řešení práce spočívala v sestavení dotazníků, kde byla uvedena nejdůležitější kritéria, na která se hledí při výběru vozidla daného typu. Následně tyto dotazníky byly předány zaměstnancům společnosti SSOK p.o., kteří jednotlivá kritéria obodovali v rozmezí 1 – 10 bodů. Po té stanovili váhy pro jednotlivá kritéria. Následně byly k dispozici všechna potřebná data pro aplikaci multikritériálních metod. Pro výpočty byly použity dvě metody, tj. metoda Bazická a metoda Vážených dílčích pořadí. Obě metody byly aplikovány záměrně, jelikož by se mělo vždy dojít ke stejným, případně podobným výsledkům. V případě, že by nastala chyba v řešení v jedné metodě, výsledky by se neshodovaly. Druhý účel aplikace dvou metod je takový, že v případě, kdy se na první příčce umístí více než jeden z možných kandidátů, druhá metoda rozhodne o konečném výsledku. Ze získaných výpočtů byla sestavena tabulka, kde se sledovaly četnosti, kolikrát konkrétní typ vozidla byl stanoven pro určitá pořadí. V poslední fázi bylo vybráno vozidlo, které mělo nevyšší počet vyhodnocení pro první v pořadí.

6 Seznam použitých pramenů

- [1] Interní dokumenty Správy silnic Olomouckého kraje
- [2] Fiala P., Jablonský J., Maňas M., Vícekriteriální rozhodování Praha, Vysoká škola ekonomická Praha
- [3] Ivana Šajdlerová Skripta – VŠB TUO – Organizace a řízení, cvičení 1
- [4] internetové stránky www.croy.cz
- [5] internetové stránky www.saploket.cz
- [6] internetové stránky www.hanes.cz
- [7] internetové stránky www.kobit.cz
- [8] FOTR, Jiří a kol. Manažerské rozhodování. Postupy, metody a nástroje. Praha: Ekopress, 2006. 410 s. ISBN 80-86929-15-9.

7 Seznam příloh

Příloha č. 1: Otevřené výběrové řízení

Příloha č. 2: Ukázka nákladních automobilů se sypací nástavbou a radlicí

Příloha č. 3: Dotazníky k hodnocení vozidel